

Technische aanpak basiskaart groen en verharding

Datum: 1-9-2025

Betreft: Metadata technische aanpak basiskaart groen en verharding

In dit document wordt de aanpak beschreven waarlangs de basiskaart groen en verharding is gemaakt. Het is bedoeld als achtergrondinformatie voor mensen die willen snappen waarom een bepaalde pixel een bepaalde klasse heeft, alsook voor mensen die het algoritme zouden willen hergebruiken voor een ander moment in de tijd, voor een ander gebied dan Nederland, of voor een verbeterslag van het algoritme.

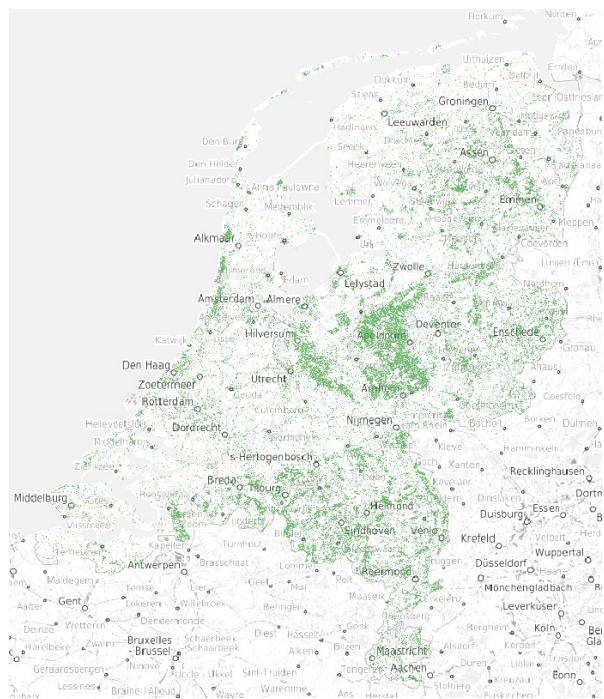
Achtergronden bij de aanpak

Friedenau Society heeft in opdracht van Climate Adaptation Services een aantal open data rasterbestanden aangemaakt met daarin per 25x25 centimeter de mate en aard van verstening op die plek. De dataset tracht deze versteningsgraad vast te leggen voor 1 januari 2024.

Naast de versteningsgraad van het landschap, bevat het ook een boomkroonbedekkingskaart, en een

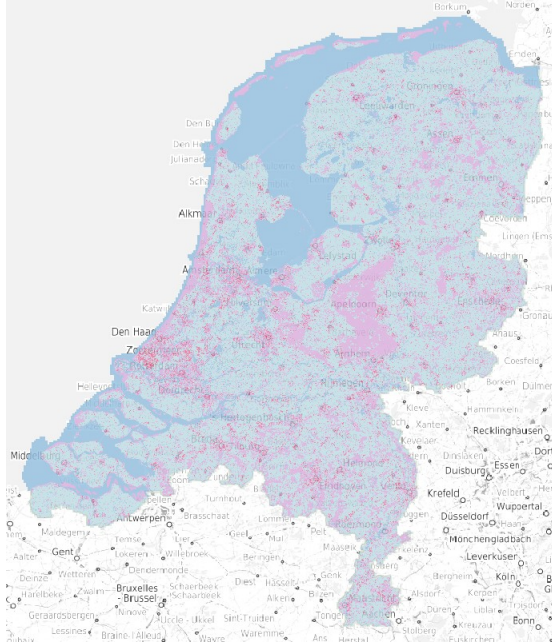


Afbeelding 1: Versteningsgraad van het landschap



Afbeelding 2: Boomkroonbedekkingskaart van Nederland

onderbegroeiingskaart / struikenkaart voor heel Nederland. Daarnaast is een landkaart gemaakt met Openbaar gebied versus Niet-Openbaar gebied. Deze laatste kaart wordt in een separaat document beschreven.



Deze informatie is geaggregeerd naar volledige CBS buurten, naar CBS buurten enkel binnen de bebouwde kommen, naar wijken, naar gemeenten, naar provincies en uiteindelijk naar een overzicht voor heel Nederland. De dataset is geaggregeerd naar metriecken die zo zinvol mogelijk zijn om beleid mee te ondersteunen. Daarna is de geodata opgenomen in het kaartverhaal en in het buurtdashboard van de KlimaatEffectAtlas. Dit document beschrijft het voortraject: hoe we van ruwe geodata tot bij de versteningskaart zijn gekomen.

Afbeelding 3: Openbaar versus Niet-Openbaar gebied.

Het rose gebied is openbaar, blauw is niet-openbaar

De basisbeginselen achter de versteningskaart

Voor het aanmaken van de versteningskaart golden vier basisbeginselen:

- 1) De data moest goed te monitoren zijn door de tijd. Temporele anomalieën (met name droge vegetatie op luchtfoto's) kan een tijdreeks danig verstoren. De methode moest goed vergelijkbaar zijn door de tijd.
- 2) De data moet gebaseerd zijn op open overheidsdata, die door de tijd bijgehouden wordt, en waar bekende kwaliteitseisen aan worden gesteld. De versteningskaart moet daardoor winnen aan betrouwbaarheid.
- 3) Na het maken van de kaart wordt alles open source gemaakt. Dat geldt voor de data zelf, alsook voor het gebruikte algoritme, en voor de gebruikte scripts. Daar waar mogelijk is ook open source software gebruikt voor het vervaardigen van de landkaart.
- 4) Een vierde basisbeginsel was dat het hoofddoel van de datavervaardiging is om waterbeleid op te baseren. Dat betekent dat al het oppervlaktewater in het bestand aanwezig moet zijn, en dat we bij het maken van de kaart "de weg van de druppel" volgen. Door meervoudig ruimtegebruik zijn er situaties in Nederland, met name in hoogstedelijk gebied, waar meerdere zaken tegelijkertijd gelden. Een overhangend pand met een tuin eronder bijvoorbeeld. Moeten we op die plek dan vastleggen dat er een pand staat, of dat er struiken staan? De keuze is

gemaakt om de regendruppel te volgen, en dat betekent dat het eerste dat een regendruppel raakt, wint. In het voorbeeld is dat dus: gebouw.

Op basis van deze vier basisbeginselen is een keuze gemaakt voor input data en aanpak. Gekozen is voor een procedure op basis van de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT), op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) puntenwolken, en op basis van de BasisRegistratie Percelen (BRP) voor de definitie van agrarische gebieden.

De vier stappen in het proces

Op hoofdlijnen zijn vier stappen doorlopen om te komen tot de versteningskaart. Deze stappen zijn:

1. Het selecteren van de juiste informatie uit de BGT (voor het peilmoment 1 januari 2024) en het verrasteren van deze data. (het BGT-proces)
2. Het opknippen en selecteren van de juiste informatie in het AHN, om informatie te vergaren over de mate van boomkroonbedekking, voor de struikenlaag en voor de mate van verstening (het LAZ-proces)
3. Het verwerken en opschonen van de resultaten tot een betrouwbare boomkroonbedekkingskaart, een betrouwbare struikenkaart en een betrouwbare verhardingskaart (het AHN-proces)
4. Het samenvoegen van de informatie uit het BGT-proces en het AHN-proces, tot de versteningskaart in het eindproduct.

In het verdere document worden de vier stappen in detail besproken.

Stap 1: het BGT-proces

De Basisregistratie Grootschalige Topografie is vanaf PDOK (PDOK.nl) te downloaden als een verzameling GML bestanden. Deze GML bestanden zijn omgezet naar GeoPackage in QGIS. Enkel de volgende featureklassen zijn daarbij verwerkt:

- BGT_Begroeidterreindeel
- BGT_Gebouwinstallatie
- BGT_Kunstwerkdeel
- BGT_Onbegroeidterreindeel
- BGT_Ondersteunendwaterdeel
- BGT_Ondersteunendwegdeel
- BGT_Overbruggingsdeel
- BGT_Overigbouwwerk
- BGT_Pand
- BGT_Scheiding
- BGT_Tunneldeel
- BGT_Waterdeel
- BGT_Wegdeel

Alle overige featureklassen zijn genegeerd. Voor bovenstaande 13 featureklassen is een selectie gemaakt van objecten die actief en operationeel waren op 1 januari 2024. Daarna is de geometrie opgeschoond en de data is opgedeeld in kleine stukjes van 1x1km. Dit maakt het later mogelijk om de

grofweg 42000 vierkante kilometers van Nederland een voor een te doorlopen, de voortgang te volgen, en ook om parallel te werken.

Aanvullend op de BGT zijn extra polygonen toegevoegd voor het buitenland en polygonen voor de Noordzee. Dit stelt ons in staat om vierkante kilometers langs de randen van Nederland volledig te vullen met informatie.

Belangrijk om te vermelden is dat de BGT een attribuut RelatieveHoogteligging kent. Daarin staat een numeriek getal met daarin het “aantal verdiepingen” boven of onder het maaiveld, waarop het BGT object zich bevindt. Objecten op het maaiveld hebben een RelatieveHoogteligging van 0. Een viaduct dat over het landschap hangt heeft Relatievehoogteligging 1. Een ondergrondse parkeergrage heeft Relatievehoogteligging -1. In totaal zijn alle objecten in de BGT ingedeeld in een Relatievehoogteligging van -3 tot en met +3.

Binnen het BGT-proces is de aanwezige vectorinformatie in vier rondes verrasterd naar pixels van 25x25cm, voor het gebied van 1x1km. In fase 0 wordt het rasterbestand geïnitieerd, en alle pixels krijgen de waarde 0 (onbekend). In fase 1 worden alle pixels met (oppervlakte-water of met buitenland gevuld met de waarde water of buitenland. In fase 2 worden alle BGT elementen geselecteerd met relatieve hoogteligging 0. Dat zijn de objecten die op het maaiveld liggen. Deze objecten worden verrasterd naar rato van hun waterdoorlatendheid. In Fase 3 worden alle BGT elementen geselecteerd met relatieve hoogteligging 1. Dat zijn de objecten die zich “op de eerste verdieping” bevinden. Deze objecten worden verrasterd en ze overschrijven de informatie die eerder in het rasterbestand waren opgeslagen. Dit herhalen we nogmaals in Fase 4 voor relatieve hoogteligging 2, en in Fase 5 voor relatieve hoogteligging 3. Wat we op die manier bereiken, is dat het hoogste element prevaleert in de verrastering, en dat we de “weg van de regendruppel” volgen.

Het resultaat van deze exercitie is een versteningskaart van Nederland, maar met wat hiaten. Allereerst ontbreken de bomen. Die zijn niet opgenomen in de BGT, en ze zijn in deze fase nog niet in het bestand aanwezig. Ook struiken ontbreken grotendeels, behalve daar waar de BGT deze informatie als klasse heeft aangedragen. Ook is voor alle BGT erf-objecten nog geen versteningsgraad bekend. Die worden in de volgende fase toegevoegd.

Er geldt één uitzondering voor het “volg de regendruppel” principe. Als er een brug is, met daaronder water, dan wordt dat als een separate klasse opgeslagen. In dat geval wint niet het bovenste object (verhard, want brugdek), maar de combinatie van brug en water wordt dan de klasse.

Het verrasteren gebeurt in een specifieke volgorde, om de lagen en afhankelijkheden goed te krijgen. De featureklassen, met hun attributen, die tezamen de versteningsgraad bepalen zijn als volgt:

Volg orde	Featureclass	BGT-fysiekvoorkomen	Plus-fysiekvoorkomen	bgt-type	plus-type	functie	Resultaat klasse
0	verreze						water
0	buitenland						Buitenland

Volg orde	Featureclass	BGT-fysiekvoorkomen	Plus-fysiekvoorkomen	bgt-type	plus-type	functie	Resultaat klasse
0	referentiepercelen						agrarisch
1	ondersteunendwaterdeel			oever, slootkant			gras
2	ondersteunendwaterdeel			slik			onverhard
3	waterdeel			greppel, droge sloot			gras
4	waterdeel			waterloop			water
4	waterdeel			watervlakte			water
4	waterdeel			zee			water
5	onbegroeidterreindeel	erf					onbekend
6	onbegroeidterreindeel	gesloten verharding					verhard
7	onbegroeidterreindeel	open verharding					verhard
8	onbegroeidterreindeel	half verhard					half verhard
9	onbegroeidterreindeel	onverhard					onverhard
10	onbegroeidterreindeel	zand					onverhard
11	Begroeidterreindeel	bouwland					agrarisch
11	Begroeidterreindeel	boomteelt					onverhard
12	Begroeidterreindeel	duin					gras
13	Begroeidterreindeel	duin	gesloten duinvegetatie				gras
14	Begroeidterreindeel	duin	open duinvegetatie				gras
15	Begroeidterreindeel	fruitteelt					agrarisch
16	Begroeidterreindeel	gemengd bos					onverhard
17	Begroeidterreindeel	grasland agrarisch					gras
18	Begroeidterreindeel	grasland overig					gras
19	Begroeidterreindeel	groenvoorziening					onverhard
20	Begroeidterreindeel	groenvoorziening	struikrozen				struiken
20	Begroeidterreindeel	groenvoorziening	bosplantsoen				onverhard
20	Begroeidterreindeel	groenvoorziening	planten				struiken
20	Begroeidterreindeel	groenvoorziening	heesters				struiken
21	Begroeidterreindeel	groenvoorziening	bodembedekkers				gras
21	Begroeidterreindeel	groenvoorziening	gras- en kruidachtigen				gras
22	Begroeidterreindeel	heide					gras
23	Begroeidterreindeel	houtwal					onverhard
24	Begroeidterreindeel	kwelder					gras
25	Begroeidterreindeel	loofbos					onverhard
26	Begroeidterreindeel	moeras					onverhard
27	Begroeidterreindeel	naaldbos					onverhard
28	Begroeidterreindeel	rietland					gras
29	Begroeidterreindeel	struiken					struiken
30	tunneldeel						verhard
32	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening					onverhard

Volg orde	Featureclass	BGT-fysiekvoorkomen	Plus-fysiekvoorkomen	bgt-type	plus-type	functie	Resultaat klasse
33	ondersteunendwegdeel	onverhard					onverhard
34	ondersteunendwegdeel	half verhard					half verhard
35	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening	planten				struiken
35	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening	struikrozen				struiken
35	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening	bosplantsoen				onverhard
35	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening	heesters				struiken
36	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening	gras- en kruidachtigen				gras
36	ondersteunendwegdeel	groenvoorziening	bodembedekkers				gras
37	ondersteunendwegdeel	open verharding					verhard
37	ondersteunendwegdeel	gesloten verharding					verhard
38	wegdeel	onverhard					onverhard
39	wegdeel	half verhard					half verhard
40	wegdeel	open verharding				spoorbaan	verhard
40	wegdeel	gesloten verharding					verhard
41	pand						gebouw
42	Gebouwinstallatie						verhard
43	overigbouwwerk			bezinkbak			water
43	overigbouwwerk			bassin			water
44	overigbouwwerk			windturbine			gebouw
44	overigbouwwerk			open loods			gebouw
44	overigbouwwerk			opslagtank			gebouw
44	overigbouwwerk			niet-bgt			gebouw
44	overigbouwwerk			lage trafo			gebouw
44	overigbouwwerk			overkapping			gebouw
45	kunstwerkdeel			niet-bgt	faunavoorziening		onbekend
46	kunstwerkdeel			niet-bgt	vispassage		water
46	kunstwerkdeel			hoogspanningsmast			gebouw
46	kunstwerkdeel			niet-bgt	voorde		water
47	kunstwerkdeel			gemaal			gebouw
48	kunstwerkdeel			niet-bgt	ponton		verhard
48	kunstwerkdeel			niet-bgt	overkluizing		verhard
48	kunstwerkdeel			niet-bgt	keermuur		verhard
48	kunstwerkdeel			steiger			verhard
48	kunstwerkdeel			niet-bgt	coupure		verhard
48	kunstwerkdeel			strekdam			verhard
48	kunstwerkdeel			niet-bgt	duiker		verhard
48	kunstwerkdeel			niet-bgt	bodemval		verhard
48	kunstwerkdeel			niet-bgt			verhard
48	kunstwerkdeel			perron			verhard

Volg orde	Featureclass	BGT-fysiekvoorkomen	Plus-fysiekvoorkomen	bgt-type	plus-type	functie	Resultaat klasse
48	kunstwerkdeel			sluis			verhard
48	kunstwerkdeel			stuw			verhard
49	scheiding						verhard
50	overbruggingsdeel						onbekend

Dit proces is geïmplementeerd in Python op basis van open source libraries.

Stap 2: het LAZ-proces

In stap 2 worden de puntenwolken van het Actueel Hoogtebestand Nederland gebruikt en voorberekt voor stap 3. In deze stap 2 wordt de data gedownload vanaf www.ahn.nl/dataroom. De doelstelling voor de versteningskaart is om zo dicht mogelijk bij het referentiemoment 1 januari 2024 de situatie vast te leggen. Omdat het AHN telkens in drie jaar in drie delen wordt ingewonnen, is dat technisch niet helemaal haalbaar voor de AHN-data. We hebben daarom AHN5 data gekozen voor de plekken waar die beschikbaar was in 2024, en we hebben gekozen voor AHN4 data voor alle overige plekken.

Na het downloaden van de data wordt de data geknipt in 1x1km vierkanten. Er wordt echter een 15 meter randje toegevoegd, dus technisch gesproken worden de tiles 1030x1030 meter groot. Dit randje wordt toegevoegd om later bomen op de rand van een tile als volledige boom te herkennen, en niet als een afgekapte halve boom.

De resulterende 1x1km (plus randje) data wordt opgeslagen als grofweg 42000 LAZ-bestanden. Daarna wordt de data nogmaals opgeslagen, dit keer als genormaliseerde data. De hoogten in de LAZ-bestanden zijn opgeslagen als hoogten boven NAP. Wat we alleen voor de analyse willen gebruiken, zijn hoogten boven het maaiveld. We moeten de originele LAZ-data daarom normaliseren naar hoogten boven maaiveld, door de maaiveldhoogten er van af te trekken. Het maaiveld wordt afgeleid uit dezelfde LAZ data, de “last return” verbeeld deze maaiveldhoogten.

Daarna wordt de data verrasterd. De maximale hoogte boven het maaiveld wordt weggeschreven in een raster voor alle punten die “unclassified” als klasse hebben, alsook de unclassified punten die tussen 0,5 en 3 meter boven het maaiveld uitsteken. Ook wordt de intensiteit van het lasersignaal opgeslagen in een rasterbestand, omdat het correleert met de mate van versterking van het landschap.

Dit proces is geïmplementeerd in LSTools, aangestuurd vanuit Python scripts.

Stap 3: het AHN-proces

Na afloop van het LAZ-proces volgt het AHN proces. Alle gegenereerde raster data uit het LAZ-proces wordt in deze fase nogmaals behandeld. Hier vinden vooral een aantal opschoonacties plaats:

- De hoogte boven het maaiveld wordt afgekapt op drie meter boven het maaiveld. Valt een pixel daarboven? Dan is het waarschijnlijk onderdeel van een boom. Boompixels worden met zogenaamde clump en sieve operatoren opgeschoond tot normaal ogende boomobjecten
- Unclassified objecten tussen de 0,5 en 3 meter boven het maaiveld zijn vaak struiken, maar ook auto's en koeien in de wei maken hier nog onderdeel van uit. Op basis van de vorm en de onderliggende BGT-klasse (vgl.: een struik op een asfaltweg is onwaarschijnlijk; het is dan waarschijnlijker dat het een auto is) worden auto's en andere niet-struiken succesvol verwijderd.
- Met een K-Means machine learning model wordt op basis van de intensiteit van de laserreflectie voorspeld waar steen ligt (of lag, op het moment van opname) en waar niet. Deze analyse wordt enkel uitgevoerd voor de BGT erf-elementen.
- Rare lineaire elementen worden verwijderd. Dit zijn meestal hoogspanningsleidingen of portalen boven de weg en boven het spoor. Niet alle lineaire objecten worden echter verwijderd. Een heg is een lineair object, maar hoort terug te komen in de struikenlaag. Dit is een balanceerexercitie tussen false positives en false negatives.

Dit proces is geïmplementeerd in Python, op basis van open source libraries.

Stap 4: het samenvoeg-proces

Na afloop van al deze handelingen worden de resultaten per 1x1km tile samengevoegd. Op het grondniveau worden de BGT-erfobjecten "ingekleurd" met verhard en niet-verhard. Daarna worden de struiken toegevoegd aan het landschap. En uiteindelijk worden de boomkroonbedekkingslaag toegevoegd. Alle eerdere BGT-klassen verdubbelen daardoor: waar we eerst een klasse "halfverhard" hadden, krijgen we nu een klasse "half verhard zonder boom" en een klasse "half verhard met boom erboven".

Dit resulteert in een technisch bestand met 19 klassen. De klassen zijn:

Klasse	Naam	Voorstel weergave (hex kleur)
1	Water	#339fe6, met 20% transparantie
2	Gras	#a4f795, met 20% transparantie
3	Agrarisch	#8da389, met 20% transparantie
4	Half verhard	#f8c781, met 20% transparantie
5	Verhard	#606060, met 20% transparantie
6	Onverhard en geen gras	#dbb657, met 20% transparantie
7	Struiken	#8eef39, met 20% transparantie

8	Gebouw	#ff020a, met 20% transparantie
9	Brug boven water	#1c587e, met 20% transparantie
10	Boom boven onduidelijke situatie	#4cb24c, met 20% transparantie
11	Boom boven water	#4cb24c, met 20% transparantie
12	Boom boven onverhard of boven gras	#4cb24c, met 20% transparantie
13	Boom boven agrarisch	#4cb24c, met 20% transparantie
14	Boom boven half verhard	#4cb24c, met 20% transparantie
15	Boom boven verhard	#4cb24c, met 20% transparantie
16	Boom boven struiken	#4cb24c, met 20% transparantie
17	Boom boven gebouw	#4cb24c, met 20% transparantie
18	Boom boven brug boven water	#4cb24c, met 20% transparantie
19	Buitenland	#c4d6c4, met 50% transparantie

Vanuit dit technische bestand worden een viertal producten afgeleid. Allereerst wordt een binair boomkroonbedekkingsbestand afgeleid, door alle pixels met de waarden 10, 11, 12, 143, 14, 15, 16, 17 en 18 aan elkaar toe te voegen. Dit bestand wordt als een Cloud Optimised GeoTIFF (COG) dataset aangeboden. De voorgestelde weergave is #4cb24c, met 20% transparantie.

Een tweede afgeleide product is het Land bestand. Het is een binair rasterbestand met alle pixels die land bevatten. Water en bruggen boven water horen daar niet bij. Het landoppervlak is een belangrijk gegeven voor het latere berekenen van percentages: de percentages worden vaak gegeven als percentage ten opzichte van het landoppervlak. Voor dit doel worden alle pixels aan elkaar toegevoegd uit de klassen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16 en 17. Dit bestand wordt als een TIF COG dataset aangeboden. De voorgestelde weergave is #bf9090 met 20% transparantie.

Een derde binair bestand is een bestand met al het groen. De World Health Organisation heeft reeds enige jaren een beleidsindicator gepubliceerd, die claimt dat elke burger toegang zou moeten hebben tot 75 m² groen. Het is niet duidelijk of dit openbaar of privaat groen moet zijn, die mogen dus bij elkaar opgeteld worden. Om te kunnen monitoren op deze WHO-norm is een bestand afgeleid met daarin al het groen. Het agrarisch gebied is hier NIET aan toegevoegd. Voor dit doel worden alle pixels aan elkaar toegevoegd uit de klassen: 2, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17 en 18. Dit bestand wordt als een TIF COG dataset aangeboden. De voorgestelde weergave is #71f826 zonder transparantie.

Als laatste, en misschien wel meest gebruiksvriendelijke product, wordt een landbedekkingskaart aangeboden. Dit bevat een beschrijving van de versteningsgraad op het maaiveldniveau. Hier wordt Agrarisch gebied opgenomen als onverhard. Gras is een separate klassen, maar het is belangrijk te duiden dat deze data vanuit de BGT komt, en dat ze geen oplossing geeft in tuinen en op erven. Gras in

een tuin wordt in de meeste gevallen als onverhard geclassificeerd. Het bestand bevat de volgende negen klassen:

Klasse	Naam	Weergavevoorstel (hex kleuren)	Opgebouwd uit de klassen
1	Water	#339fe6, met 20% transparantie	1, 11
2	Onverhard	#dbb657, met 20% transparantie	3,6,10,12,13
3	Half verhard	#f8c781, met 20% transparantie	4,14
4	Verhard	#606060, met 20% transparantie	5,15
5	Onverhard met gras	#a4f795, met 20% transparantie	2
6	Onverhard met struiken	#8eef39, met 20% transparantie	7,16
7	Gebouw	#ff020a, met 20% transparantie	7,17
8	Brug over water	#1c587e, met 20% transparantie	9,18
9	Buitenland	#c4d6c4, met 50% transparantie	19